

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 3607679 C2

⑥① Int. Cl. 4:  
G01J 5/08

②① Aktenzeichen: P 36 07 679.1-52  
②② Anmeldetag: 8. 3. 86  
④③ Offenlegungstag: 13. 11. 86  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 16. 2. 89

DE 3607679 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
07.05.85 DD WP G 01 J/276 050 4

⑦③ Patentinhaber:  
VEB Meßgerätewerk »Erich Weinert« Magdeburg  
Betrieb des Kombinates VEB EAW Berlin-Treptow  
»Friedrich Ebert«, DDR 3011 Magdeburg, DD

⑦② Erfinder:  
Hebmüller, Bernd, Dipl.-Ing. Dr.-Ing., DDR 3014  
Magdeburg, DD; Nebelung, Albert, Dipl.-Phys., DDR  
3302 Barby, DD

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
US 43 15 150  
US 40 81 678

⑤④ Parallaxefreie Visiereinrichtung für ein Pyrometer

DE 3607679 C2

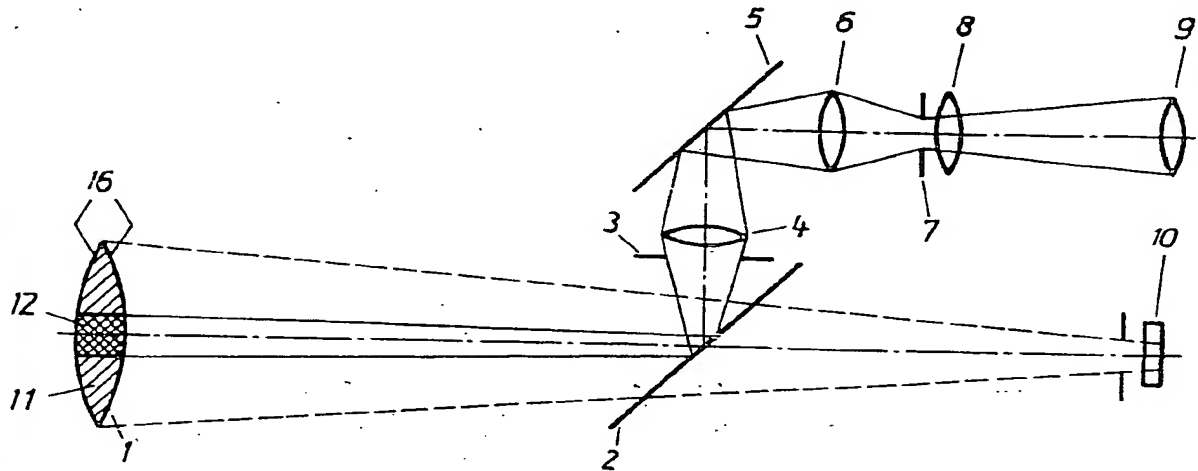


Fig. 1

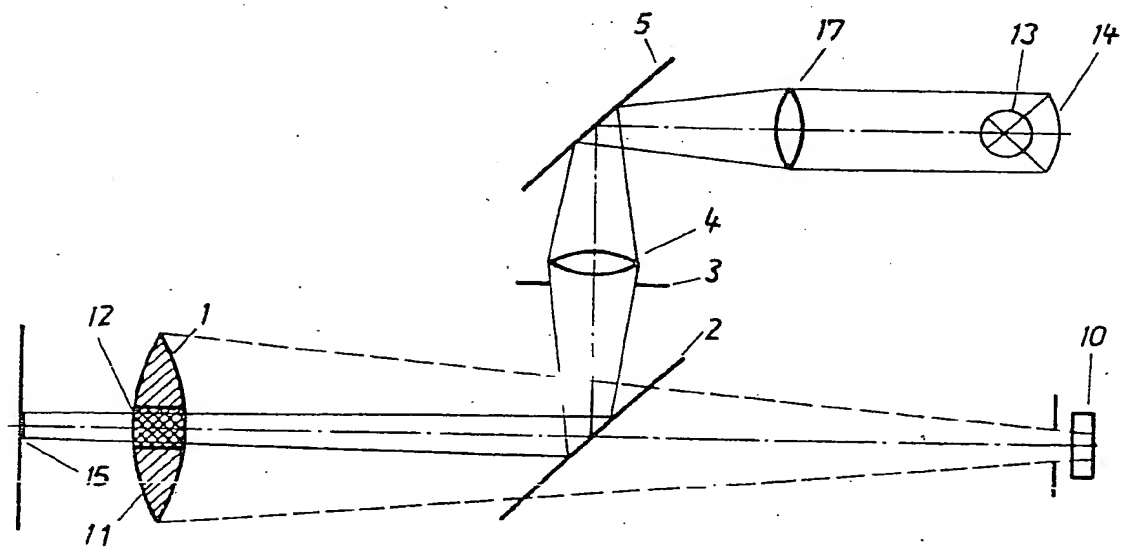


Fig. 2

## Patentansprüche

1. Parallaxefreie Visiereinrichtung für ein Pyrometer, wobei eine Objektivlinse und eine verspiegelte Fläche, die den sichtbaren Teil auffallender Strahlung reflektiert, im Pyrometer vorhanden sind und damit in bekannter Weise eine Anvisierung des Meßobjektes über ein Okular ermöglicht, gekennzeichnet dadurch, daß ein im Zentrum der Objektivlinse angeordneter Bereich für den sichtbaren Teil ankommender Strahlung eine hohe Transmission und der um diesen Bereich angeordnete Bereich der Objektivlinse für Infrarotstrahlung eine hohe Transmission besitzt.
2. Parallaxefreie Visiereinrichtung für ein Pyrometer nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß der für sichtbares Licht durchlässige Bereich der Objektivlinse eine planparallele Platte ist.
3. Parallaxefreie Visiereinrichtung für ein Pyrometer nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß der für sichtbares Licht durchlässige Bereich der Objektivlinse eine plan- bzw. bikonvexe Linse ist.
4. Parallaxefreie Visiereinrichtung für ein Pyrometer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß die Objektivlinse zur Erhöhung der spektralen Transmission ein- oder zweiseitig beschichtet ist.
5. Parallaxefreie Visiereinrichtung für ein Pyrometer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß an Stelle des Okulars eine Lichtquelle, ein Konkavspiegel und ein Kondensor angeordnet sind, so daß das Licht der Lichtquelle durch den für sichtbares Licht durchlässigen Bereich der Objektivlinse das Meßobjekt ausleuchtet.
6. Parallaxefreie Visiereinrichtung für ein Pyrometer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß an Stelle des Okulars eine Laserlichtquelle eingesetzt ist.

## Beschreibung

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine parallaxefreie Visiereinrichtung für ein Pyrometer, welches insbesondere für den Niedertemperaturbereich und weit entfernte oder sehr kleine Meßobjekte geeignet ist. Die Temperaturmessung kann dabei in einem beliebig festlegbaren Wellenlängenbereich der Infrarotstrahlung erfolgen.

## Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bei den bekannten technischen Lösungen werden zur Bündelung der Wärmestrahlung vom Meßobjekt sowohl Linsen als auch Spiegel verwendet. Bei der Messung im Niedertemperaturbereich ist der Spektralbereich mit der Wellenlänge  $8\ \mu\text{m} \dots 14\ \mu\text{m}$  der energetisch günstigste und dabei weitestgehend von atmosphärischen Störungen frei. Wesentlich für eine berührungslose Temperaturmessung ist die Möglichkeit der parallaxefreien Anvisierung des Meßobjektes. Bei einer Vielzahl bekannter Lösungen für Niedertemperaturpyrometer verwendet man Einzelspiegel, in deren Brennpunkt der Strahlungsempfänger angeordnet ist. Beispiele dafür sind die Geräte der Firma Thermophil Infra, die Gerätetypen T 203, 4472 und 5680 der Firma Ultrakust (BRD) und das Gerät IR 1000 der Firma Trilau. Bei der

Verwendung von Einzelspiegeln ist jedoch eine parallaxefreie Visierung nicht bzw. nur mit hohem Aufwand möglich, da an der für die Visierung günstigsten Stelle der Empfänger angeordnet ist. Zusätzliche Anordnungen zur Visierung haben den Nachteil aufwendiger konstruktiver Lösungen und erheblicher Abschattungen des Spiegels und damit großer Energieverluste.

Aus diesem Grund haben sich international Spiegelsysteme mit zwei sphärischen Spiegeln für die Varianten mit parallaxefreiem Visier durchgesetzt. Insbesondere werden Cassegrainsysteme verwendet. Durch die Verwendung von Cassegrainsystemen lassen sich Wechsellichtpyrometer realisieren, die eine sehr hohe Temporauf Auflösung ermöglichen. Dazu ist im Strahlengang zwischen dem Konkavspiegel und dem Strahlungsempfänger ein Chopper angeordnet, der die Meßstrahlung moduliert. Beispiele für solche Systeme sind das Gerät Cyclops 33 der Firma Minolta Land, die DD-PS 1 47 410 und die JP-PS 50-15 672. Nachteilig bei der Verwendung von Cassegrainsystemen ist die Abschattung des Konkavspiegels durch den Konkavspiegel, wodurch Energieverluste auftreten, die durch größere Konkavspiegeldurchmesser ausgeglichen werden müssen. Weiterhin ist die Abschattung des Konkavspiegels von der Entfernung des Meßobjektes abhängig, was durch weitere Maßnahmen, die jedoch eine Verringerung des Energieangebotes des optischen Systems zur Folge haben, aufgehoben werden muß.

Diese Nachteile haben dazu geführt, daß Geräte für den Niedertemperaturbereich, von denen eine hohe Auflösung und Genauigkeit gefordert wird, mit Linsen ausgerüstet sind, die mindestens eine spektrale Transmission von  $8 \dots 14\ \mu\text{m}$  Wellenlänge besitzen. Beispiele dafür sind die Geräte der Firma AGA(SE). Bei diesen Geräten ist jedoch eine direkte optische Visierung nicht möglich, da die eingesetzten Linsen für das sichtbare Licht undurchlässig sind. Durch die Verwendung entsprechender Wandler wird die Infrarotstrahlung auf einem Bildschirm sichtbar gemacht, wodurch die Visierung ermöglicht wird. Die entsprechenden Wandler und der Bildschirm erfordern jedoch einen hohen geräte-technischen Aufwand.

Aus der US-PS 40 81 678 ist eine Visiereinrichtung für ein Pyrometer mit einer speziellen Objektivlinse bekannt. Diese Objektivlinse besitzt eine im Inneren der Objektivlinse angeordnete Infrarotlinse. Der die Infrarotlinse umgebende Teil der Objektivlinse ist dagegen auch für Tageslicht durchlässig, welcher zur Anvisierung des Meßobjektes über einen Spiegel mit einer elliptischen Öffnung dient. Nachteilig bei dieser Visiereinrichtung ist die sehr aufwendige Objektivlinse mit der im Inneren befindlichen Infrarotlinse, deren optische Achse mit der optischen Achse der Objektivlinse zur Vermeidung von Parallaxefehlern exakt übereinstimmen muß. Diese Übereinstimmung muß bei der Herstellung der Objektivlinse im gleichen technologischen Prozeß erfolgen und ist daher mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Weiterhin ist der Spiegel mit der elliptischen Öffnung in seiner Herstellung ebenfalls sehr aufwendig. Da zur Anvisierung des Meßobjektes der Randbereich der Objektivlinse benutzt wird, führt das zu Verzerrungen des Abbildes des Meßobjektes und zur Verschlechterung der Visierqualität. Eine Verkleinerung der Infrarotlinse führt aber auch zu einer Verringerung an auswertbarer Infrarotstrahlungsenergie und ist daher nicht realisierbar.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine parallaxefreie Visiereinrichtung für ein Pyrometer zur Anvisierung weit

entfernter Meßobjekte und bei kleinem Meßfleck zu schaffen. Für die Visiereinrichtung soll eine Objektivlinse und eine verspiegelte Fläche, die den sichtbaren Teil auffallender Strahlen reflektiert, verwendet werden und damit in bekannter Weise über ein Okular die Anvisierung des Meßobjektes ermöglichen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Objektivlinse in einem Bereich für Infrarotstrahlung hohe Transmissionseigenschaften und in einem im Zentrum der Objektivlinse angeordneten Bereich für den sichtbaren Teil ankommender Strahlung hohe Transmissionseigenschaften besitzt.

Dabei umfaßt der für Infrarotstrahlung durchlässige Bereich der Objektivlinse mindestens den spektralen Transmissionsbereich eines atmosphärischen Fensters, z. B. 8 ... 14  $\mu\text{m}$  Wellenlänge. Die verspiegelte Fläche ist Bestandteil eines Choppers oder eines halbdurchlässigen Spiegels, so daß die Infrarotstrahlung auf bekannte Art und Weise auf den Strahlungsempfänger gelangt.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anhand nachstehender Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Dabei zeigt

Fig. 1 eine Visiereinrichtung mit Beobachtungsoptik und

Fig. 2 eine Visiereinrichtung mit interner Lichtquelle.

Gemäß Fig. 1 fällt die ankommende Strahlung durch eine Objektivlinse 1 auf eine verspiegelte Fläche 2. Die Objektivlinse 1 besitzt einen zentrisch zur optischen Achse angeordneten Bereich 12, der für sichtbare Strahlung durchlässig ist und einen Bereich 11, der für Infrarotstrahlung durchlässig ist. Die spektrale Transmission des Bereiches 11 der Objektivlinse 1 kann durch eine ein- oder zweiseitig aufgebrachte Schicht 16 wesentlich erhöht werden. Der für sichtbare Strahlung durchlässige Bereich 12 der Objektivlinse 1 kann z. B. als planparallele Platte oder als plan- bzw. bikonvexe Linse ausgeführt sein.

Die verspiegelte Fläche 2 ist Bestandteil eines Choppers oder eines halbdurchlässigen Spiegels und reflektiert mindestens den sichtbaren Teil auffallender Strahlung. Diese sichtbare Strahlung gelangt über eine Feldblende 3, eine Feldlinse 4, einen Umlenkspiegel 5, eine Umkehrlinse 6 und eine Strichplatte 7 auf ein Okular mit den Linsen 8 und 9. Somit kann eine parallaxefreie Anvisierung des Meßobjektes realisiert werden. Durch die erfindungsgemäße Visiereinrichtung ist es möglich, Objektivlinsen einzusetzen, die einen für die Messung im Niedertemperaturbereich breiten Spektralbereich übertragen, aber für das sichtbare Licht bis auf einen verhältnismäßig kleinen Bereich undurchlässig sind. Dadurch können die theoretisch maximal möglichen Energiebereiche eingesetzt und sehr kleine Meßflecke auch in großen Entfernungen realisiert werden.

Die Infrarotstrahlung gelangt auf bekannte Art und Weise über den Chopper oder den halbdurchlässigen Spiegel auf den Strahlungsempfänger 10.

Die Visiereinrichtung gemäß Fig. 2 weist anstelle des Okulars eine Lichtquelle 13 auf, deren Strahlung von einem Konkavspiegel 14 gebündelt und über einen Kondensor 17, den Umlenkspiegel 5, die Feldlinse 4 und die Feldblende 3 auf die verspiegelte Fläche 2 fällt und von dort durch den Bereich 12 der Objektivlinse 1 auf das Meßobjekt reflektiert wird. Durch entsprechende Dimensionierung der Feldlinse 4, der Feldblende 3 und des Kondensors 17 kann mit dem auf das Meßobjekt reflektierten Lichtstrahl die Meßfleckfunktion für die

Infrarotstrahlung dargestellt werden. Damit ist die Lage und Größe des Meßflecks 15 eindeutig zu erkennen. Diese Ausführung der erfindungsgemäßen Visiereinrichtung ist besonders vorteilhaft für sehr kleine Meßobjekte in relativ geringer Entfernung geeignet. In Abwandlung der Visiereinrichtung nach Fig. 2 kann als Lichtquelle 13 eine Laserlichtquelle eingesetzt werden, so daß aufgrund der hohen Parallelität des Laserlichtes die Feldlinse 4 und die Feldblende 3 entfallen können.

Aufstellung über die verwendeten Bezugszeichen

- 1 Objektivlinse
- 2 verspiegelte Fläche
- 3 Feldblende
- 4 Feldlinse
- 5 Umlenkspiegel
- 6 Umkehrlinse
- 7 Strichplatte
- 8 Linse
- 9 Linse
- 10 Strahlungsempfänger
- 11 Bereich
- 12 Bereich
- 13 Lichtquelle
- 14 Konkavspiegel
- 15 Meßfleck
- 16 Schicht
- 17 Kondensor

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen